

## PERILAKU KOEFISIEN TEKATAN TANAH LEMPUNG PADA FONDASI TIANG BENTUK MERUNCING

Ir. Heru Dwi Jatmoko, MT  
Dosen Tetap Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purworejo  
Email: heru\_dj@yahoo.com

**ABSTRAK:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku tekanan tanah horisontal pada fondasi tiang meruncing di tanah lempung. Secara umum perilaku tanah lempung sangat dipengaruhi oleh kadar air dan kepadatannya. Salah satu indikator meningkatnya daya dukung dapat dilihat dari tegangan horisontal yang terjadi. Penelitian dilakukan dengan tiang berukuran kecil berbentuk meruncing dan lurus sebagai pembandingan. Ukuran tiang meruncing diameter atas 5 cm dan bawah 4 cm sedang untuk tiang seragam berdiameter luar 4,5 cm masing-masing dengan panjang efektif 20 cm serta ketebalan tiang 0,3 cm. Sebagai batasan tanah uji pengujian dilakukan di dalam mould dengan diameter 30 cm. Untuk mengetahui perilaku distribusi gaya maka dipasang strain gauge pada tiang dan mould dengan 3 posisi. Media tanah digunakan tanah asli, lempung tak organik dengan plastisitas tinggi (CH) yang diambil dari Desa Kedung Sari, Sentolo, Kulonprogo, DIY, yang dijenuhkan pada berat volume kering,  $\gamma_d = 10,9 \text{ kN/m}^3$  dan kadar air,  $w = 52\%$ . Pencarian nilai  $K_o$ , dilakukan dengan memberikan tegangan vertikal secara bertahap dan mencatat tegangan horisontal yang terjadi pada setiap penambahannya. Hasil pengujian menunjukkan dengan bertambahnya tekanan vertikal maka tekanan horisontal akan naik. Pada tiang yang lurus diperoleh tekanan horisontal lebih besar dari tiang meruncing.

**Kata Kunci:** Tahanan Gesek Satuan, Tanah Lempung, Tiang Meruncing

**ABSTRACT:** This study aims to determine the behavior of horizontal soil pressure on the tapered pile foundations in clay soil. In general, the behavior is strongly influenced by water content and compaction. One indicator of increasing the carrying capacity can be seen from the horizontal stress occurs. The study was conducted with a small pole-shaped tapered and straight as a comparison. Size of the tapered pole top diameter of 5 cm and 4 cm below the average for pile uniform outer diameter 4.5 cm each with an effective length of 20 cm and 0.3 cm thickness of the pole. As a soil test limits testing was conducted in the mold with a diameter of 30 cm. To determine the behavior of the distribution of the force strain gauge mounted on the pole and the mold with 3 positions. Soil media used native soil, no organic clay with high plasticity (CH) taken from the village of Sari Kedung, Sentolo, Kulonprogo, DIY, which saturated the volume of dry weight,  $\gamma_d = 10.9 \text{ kN/m}^3$  and water content,  $w = 52\%$ . Search value of  $K_o$ , done by giving the vertical stress gradually and noted that the horizontal stress occurs on the addition of each. The test results showed the vertical pressure with increasing horizontal pressure will rise. In a straight pole obtained horizontal pressure greater than tapered pole.

**Keywords:** Strength Friction Unit, Clay, Tapered Pile

## PENDAHULUAN

Koefisien tekanan tanah pada kondisi diam ( $K_0$ ) adalah merupakan perbandingan antara tekanan vertikal dengan tekanan arah horisontal yang diakibatkan dari tekanan vertikal tersebut pada kondisi tanah diam. Pada tanah lempung karena butirannya yang terdiri dari mineral dengan bentuk berupa lembaran – lembaran mineral tentu akan berbeda dengan tanah pasir terdiri atas partikel butiran. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk tanah berpasir.

Dalam bukunya Hardiyatmo, 2002 : 143 menyatakan bahwa dari penelitian yang pernah dilakukan oleh Ladd dkk. (1977) menyatakan bahwa nilai  $K_0$  tanah nilai berkisar antara 0,9 s.d 1,2 yang nilai ini tergantung dari jenis tanah serta beban vertikal yang bekerja. . Pada tanah berpasir dengan variasi tekanan vertikal yang divariasikan Yamin, 2005 : 68 diperoleh bahwa nilai  $K_0$  berangsur – angsur cenderung mengecil dengan bertambahnya tekanan vertikal.

Material lempung adalah merupakan material yang berbutir halus (tertahan saringan # 200) dengan ukuran sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan alat pembesar. Partikel lempung terdiri atas beberapa jenis dan sifat dari lempung tersebut akan sesuai dengan kandungan yang paling dominan pada tanah tersebut. Beberapa partikel lempung mempunyai sifat kembang susut yang relatif besar adalah seperti *monmorilonit* dan *kaolin*. Selain ukuran materialnya yang sangat kecil partikel lempung juga mempunyai bentuk yang berbeda karena bentuk mineral -

mineral yang berupa lempengan – lempengan kecil.

Salah satu sifat umum yang berlaku pada tanah lempung ini adalah bahwa saat kondisi basah maka akan bisa berwujud tanah semi plastis, plastis atau bahkan cair. Kondisi ini mengakibatkan tanah tidak mempunyai bentuk konsistensi yang tetap akan tetapi akan berubah sesuai dengan kadar air yang dikandungnya. Sebagai salah satu jenis tanah pendukung konstruksi tentu saja hal tersebut sangat tidak menguntungkan. Sebaliknya adalah ketika tanah lempung dalam kondisi kering maka tanah lempung ini akan sangat keras disertai retakan – retakan pada sisi – sisinya. Kondisi ini dapat terlihat pada retakan dipermukaan area persawahan yang sedang kering. Namun demikian karena kecilnya mineral lempung ini sehingga proses pengeringan dari tanah lempung berlangsung relatif lama (permeabilitas rendah) terlebih bagian tanah lempung yang ada di bagian bawah permukaan air akan tertahan dengan waktu yang lama pula.

Fondasi tiang dengan bentuk meruncing adalah merupakan salah satu bentuk tiang modifikasi yang bertujuan untuk memperoleh fondasi tiang dengan daya dukung yang lebih besar dari pada tiang lurus. Pada penelitiannya terhadap nilai  $K_0$  pada tanah berpasir dengan menggunakan fondasi tiang minizise oleh Supardi, 2006 : 43 diperoleh hasil bahwa semakin besar tekanan vertikal maka kecenderungan nilai  $K_0$  akan semakin membesar kemudian bergerak mendekati nilai yang konstan. Secara umum faktor keruncingan pada tiang akan dapat meningkatkan kapasitas dukung

tiang, hal ini terjadi karena adanya pemampatan oleh tiang yang berbentuk meruncing yaitu dengan mendesak material tanah ke arah lateral. Penelitian yang telah dilakukan akibat keruncingan pada tiang maka akan meningkatkan daya dukung tiang sebesar  $F_w = 1,2$  dibandingkan dengan tiang seragam pada tanah lempung (Simons dan Menzies, 1977) dalam Hardiyatmo, 2002: 91. Sehingga persamaan tahanan gesek ultimit tiang meruncing, adalah :

$$Q_s = F_w \cdot a_d \cdot C_u \cdot A_s$$

Mengingat sifat karakteristik tanah pasir yang berbeda tersebut kiranya perlu dilakukan penelitian tentang perilaku Ko pada tiang dengan bentuk meruncing pada media tanah kohesif (lempung).

## METODE PENELITIAN

Tiang sebagai model fondasi terdiri dari pipa diameter lurus 45 mm dan pipa meruncing dengan sudut keruncingan  $1,90^\circ$ . Panjang model tiang fondasi 300 mm dengan panjang efektif 200 mm. *Strain gauge* (alat pengukur tegangan yang bekerja pada suatu material dengan melihat regangan) dipasang pada sisi luar *mould* 3 (tiga) buah arah radial, dan 3 (tiga) buah arah vertikal dan radial pada sisi dalam sepanjang tiang yang ditempatkan dengan jarak 50 mm dari posisi *strain gauge* yang lain. Untuk membaca respon regangan pada saat pengujian, *strain gauge* yang telah dipasang pada model yang diuji perlu dihubungkan secara benar melalui kabel – kabel khusus ke *strain indicator* (adalah merupakan alat pembaca regangan yang terjadi untuk kemudian dikorelasikan secara

linear berapa regangan yang bekerja) yang didalamnya telah dilengkapi perlengkapan elektrik tambahan sehingga nilai regangan yang terukur pada *strain gauge* langsung dibaca melalui layar pada *strain indicator* tersebut secara digital.

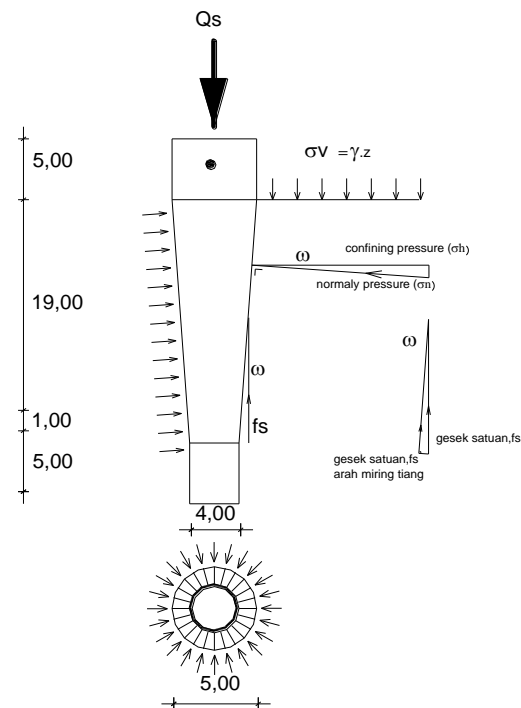
Penelitian ini dilakukan dengan membuat replika fondasi tiang berukuran kecil dengan bentuk meruncing dan seragam sebagai pembanding. Ukuran tiang meruncing diameter atas 5 cm dan bawah 4 cm sedang untuk tiang seragam berdiameter luar 4,5 cm masing-masing dengan panjang efektif 20 cm serta ketebalan tiang 0,3 cm. Sebagai batasan tanah uji pengujian dilakukan di dalam *mould* (media tanah yang berbentuk silinder) dengan diameter 30 cm dimana pada area tersebut diberi tekanan vertikal (tekanan dengan arah ke bawah sebagai akibat berat sendiri tanah di atasnya) yang dikondisikan yaitu mencerminkan kedalaman tanah ditinjau. Untuk mengetahui perilaku distribusi gaya maka dipasang *strain gauge* di dalam tiang baik seragam maupun meruncing dan di sisi luar *mould* dengan 3 posisi arah radial yang berbeda. Media tanah digunakan adalah merupakan tanah asli, lempung tak organik dengan plastisitas tinggi (CH) yang diambil dari Desa Kedung Sari, Sentolo, Kulonprogo, DIY. Tanah uji dikondisikan jenuh pada berat volume kering,  $\gamma_d = 10,9 \text{ kN/m}^3$  dan kadar air,  $w = 52\%$ .

1. Setelah peralatan dipersiapkan dan *strain gauges* telah dipasang pada sisi dalam tiang dan sisi luar *mould* kemudian tiang diletakkan pada posisi tengah *mould*.

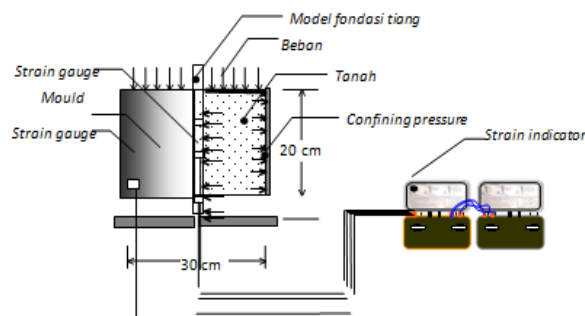
2. Selanjutnya material tanah lempung yang telah dikondisikan jenuh dengan  $\gamma_d = 10,9$  kN/m<sup>3</sup> dan kadar air,  $w = 52\%$ . Tahapan pemasukan material tanah lempung dilakukan dengan 3 lapisan dengan alat penumbuk sehingga diharapkan kepadatan akan dapat terkontrol.
3. Pada tahapan pembebanan tekanan vertikal diberikan secara bertahap dengan alat bantu dongkrak serta alat pembaca beban *load sell* (alat pembaca besar beban bekerja yang hasilnya dapat dibaca secara digital) untuk mengatur beban yang akan dibebankan. Penambahan beban secara bertahap dilakukan adalah merupakan fungsi kedalaman titik tinjauan.
4. Akibat tekanan vertikal tersebut selanjutnya setiap penambahan tekanannya dibaca tegangan lateral yang terjadi pada tiang dengan menggunakan *strain gauges* yang dihubungkan ke *strain indicator* sebagai tempat pembacaan tegangan yang terjadi. Nilai  $K_0$  adalah merupakan perbandingan antara tegangan lateral,  $\sigma_h$  dibagi dengan tegangan vertikal,  $\sigma_v$ .

Akibat tekanan vertikal berupa tekanan vertikal,  $\sigma_v$  akan menimbulkan tekanan arah horisontal kepada tiang (arah dalam) ataupun arah *mould* (arah luar),  $\sigma_h$ .

Geometri model fondasi tiang meruncing seperti terlihat pada gambar 1.

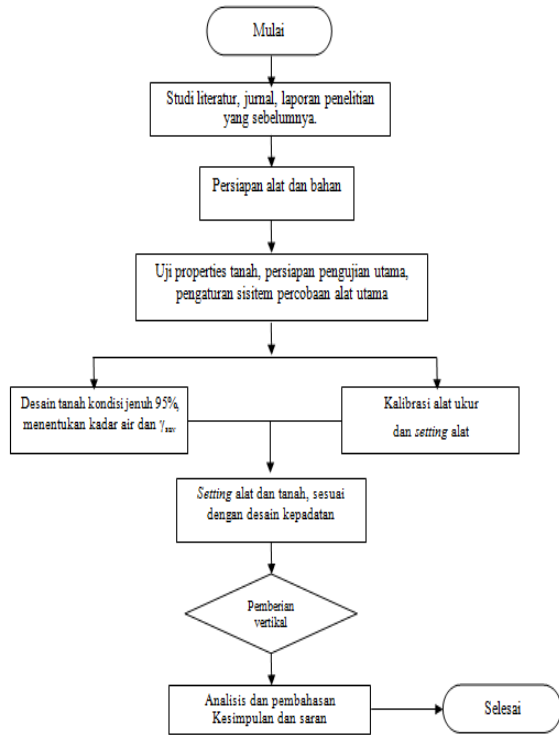


**Gambar 1** Geometri untuk mendapatkan komponen vertikal tahanan kulit tiang meruncing/tirus



**Gambar 2.** Ilustrasi alat untuk memperoleh nilai *confining pressure* akibat tekanan *overburden*.

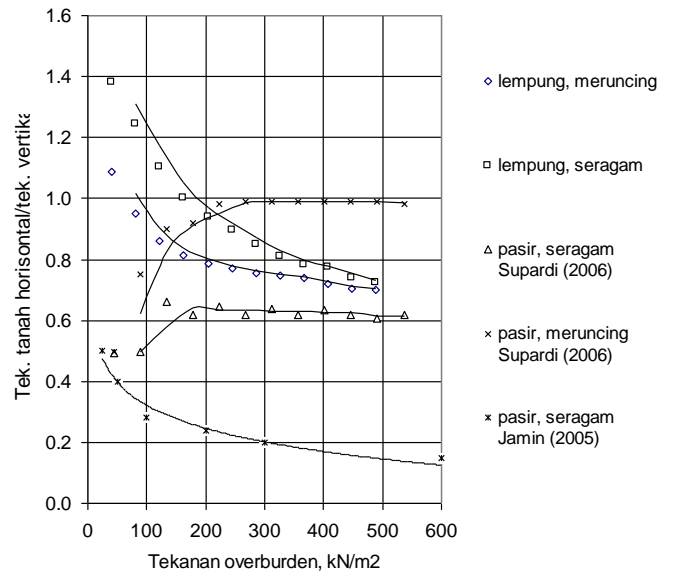
Seluruh rangkaian kegiatan penelitian ini dilakukan dengan tahapan seperti bagan alir pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Bagan alir kegiatan penelitian

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan sepenuhnya adalah disajikan seperti pada grafik **Gambar. 4** berikut ini :



**Gambar 4.** Perbandingan hubungan  $K$  dengan tekanan vertikal akibat penambahan tekanannya.

Tampak pada hasil analisa dan pengamatan hubungan pengaruh antara tekanan vertikal terhadap perbandingan tekanan arah horisontal,  $\sigma_h$  dan tekanan arah vertikal,  $\sigma_v$  seperti pada Gambar 4. Korelasi hubungan antara tekanan vertikal dengan koefisien tekanan tanah,  $K_d$  lempung dari pembacaan pada tiang diameter seragam dan meruncing menunjukkan, kecenderungan koefisien berangsur – angsur yang mengecil dengan bertambahnya beban vertikal. Hal ini dimungkinkan terjadi karena terjadinya proses pemadatan sebagai akibat proses penjenuhan yang belum sempurna, namun demikian nilai  $K_d$ , berangsur – angsur menurun mendekati nilai ideal dari penelitian Massarsch (1979) dalam Hardiyatmo, 2002 : 122 yaitu untuk pada lempung dengan indeks plastisitas 56,74 %, sebesar nilai  $K_o$ , 0,678.

Penambahan beban vertikal menunjukan koefisien tekanan tanah pada tiang diameter seragam lebih besar dari koefisien tekanan tanah meruncing. Hal ini dimungkinkan terjadi karena kondisi tanah yang tidak jenuh sempurna, selain itu juga karena tanah lempung yang digunakan adalah bukan tanah lempung murni sehingga terjadi proses pemadatan pada tanah yang mengakibatkan perilaku yang berbeda pada antara tiang meruncing dan seragam.

Koefisien tekanan tanah yang bekerja pada tiang meruncing dengan nilai mula – mula 1,086 yang kemudian menurun hingga mempunyai nilai 0,702. Pada tiang diameter seragam koefisien tanah mula – mula 1,381 kemudian berkurang sampai dengan 0,725. Besarnya nilai koefisien tekanan tanah ini nilainya mendekati dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ladd dkk (1977) dalam Hardiyatmo, 2002 : 143 yaitu berkisar antara 0,7 sampai dengan 1,2.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan beberapa masalah yang diamati dan analisa antara lain :

1. Akibat adanya tekanan vertikal oleh beban tanah sendiri akan mengakibatkan terjadinya tekanan arah horisontal ke arah tiang (dalam) dan *mod* (keluar).
2. Koefisien tanah lempung ( $K_0$ ) dengan tiang diameter seragam dan meruncing dengan bertambahnya tekanan vertikal (*overburden*), nilainya akan mengecil dan menuju pada kondisi yang tetap (stabil) dengan kata lain meningkatnya tekanan vertikal akan menghasilkan distribusi tekanan horisontal (yaitu tekanan yang sifatnya radial menyebar ke sekeliling tiang) yang lebih tinggi.
3. Nilai pada tiang meruncing diperoleh nilai  $K_0$  lebih kecil dari pada tiang diameter seragam hal ini dikarenakan adanya pengaruh keruncingan tiang dimana sebagian tekanan horisontal yang diterima oleh tiang meruncing akan didistribusikan ke arah vertikal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. *Annual Book of ASTM Standards.. section 4*,. Volume 04 08. Philadelphia. USA.
- Bowles, J.E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua.
- Brosur Polcon. **Polcon Material Baru Untuk Konstruksi serta Perawatan Jalan Jembatan dan Bangunan**. PT. Cita Dimensi Kotrindo. Jakarta.
- Das,B.M.. 1995. *Principles of Foundation Engineering*. Third Edition. PWS Publishing Co. 20 Park Plaza. Boston. MA 02116.
- Hardiyatmo, H.C.. 2002. **Mekanika Tanah I**. Edisi kedua. Beta Offset. Perum Seturan FT-UGM Seturan. Yogyakarta. Indonesia.
- Hardiyatmo, H.C.. 2002. **Mekanika Tanah II**. Edisi kedua. Beta Offset. Perum Seturan FT-UGM Seturan. Yogyakarta. Indonesia.
- Hardiyatmo, H.C.. 2002. **Teknik Fondasi I**. Edisi kedua. Beta Offset. Perum Seturan FT-UGM Seturan. Yogyakarta. Indonesia.
- Hardiyatmo, H.C.. 2002. **Teknik Fondasi II**. Edisi kedua. Beta Offset. Perum Seturan. FT-UGM Seturan. Yogyakarta. Indonesia.

Jamin, M. 2005. **Pengaruh Tekanan Overburden Terhadap Tahanan Gesek Dinding Tiang Pada Tanah Pasir. Tesis, Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada.** Yogyakarta.

Suhendro, B. 2000. **Teori Model Struktur dan Teknik Eksperimental.** Edisi kedua. Beta Offset. Perum Seturan FT-UGM Seturan. Yogyakarta. Indonesia.

Supardi. 2006. **Studi Eksperimental Distribusi Gesek Dinding Tiang Meruncing Pada Tanah Granuler Di Laboratorium. Tesis, Sekolah Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada.** Yogyakarta.

Timoshenko, S.. 1969. **Strength of Materials part I Elementry.** Third Edition. Van Nostrand Reinhold Company Limited. 450 West 33nd Street. New York. N.Y. 10001. U.S.A.